انتشار موجة ضوئية

I : ظاهرة حيود الضوء

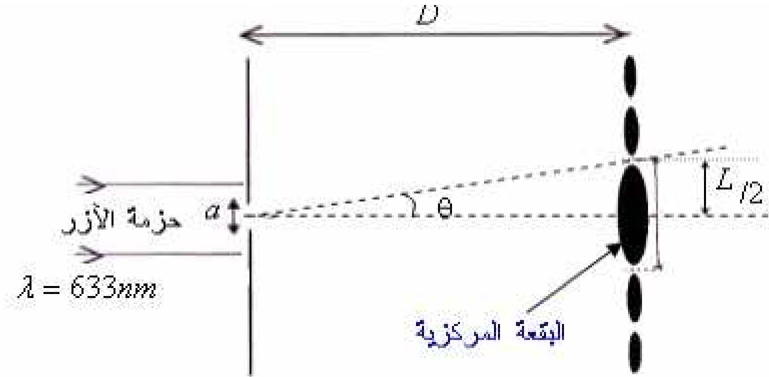
1) تعريف:

نعلم أن الحيود ظاهرة تميز الموجات ،وتحدث كلما صادفت موجة ميكانيكية حاجزا به شق عرضه a ، ولا تظهر إلا إذا كان عرض الشق أصغر أو مساو لطول الموجة الواردة.

وضعية مسألة: لنبرز تجريبيا ظاهرة حيود موجة ضوئية ثم لنظهر الطابع الموجي للضوء.

2)تجربة:

ننجز التركيب التالي ، باستعمال صفيحة بها شق(أو سلك رفيع)و منبع ضوئي لأشعة اللآزر ذات طول الموجة $\lambda = 633nm$.

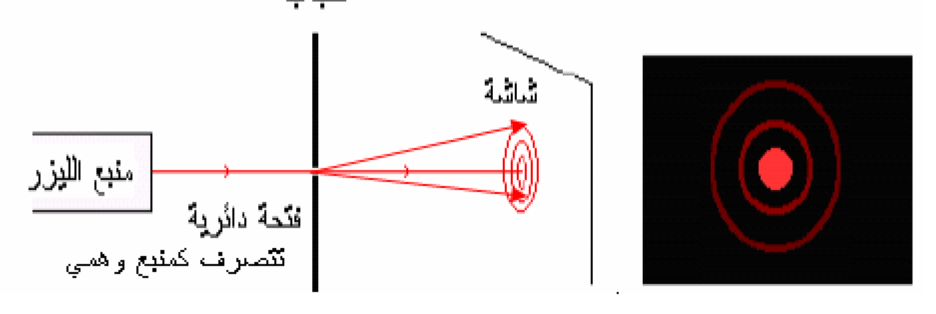


بتقليص عرض الشق كان من المنتظر أن نحصل على حزمة جد دقيقة وبالتالي على شعاع ضوئي،

لكن ظاهرة الحيود تحول دون ذالك .

فنشاهد على الشاشة بقعا مضيئة تتوسطهابقع مظلمة في اتجاه متعامد مع اتجاه الشق.وتقل شدة إضاءة البقع كلما ابتعدنا من المركز بحيث يتصرف الشق كمنبع ضوئي وهمي .تسمى هذه الظاهرة بظاهرة الحيود.

عند استعمال حاجز به فتحة دائرية نحصل على ما يلي:



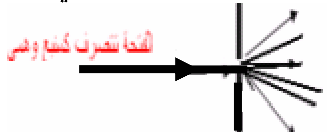
نحصل على بقعة دائرية قطرها أكبر من قطر الفتحة،وتحيط بها على التوالي حلقات مظلمة واخرى مضيئة.

في الحالتين :–عرض البقعة المركزية يزداد كلما صغر عرض الشق.

–ويزداد عرضها كلما ازداد طول موجة الضوء المستعمل .

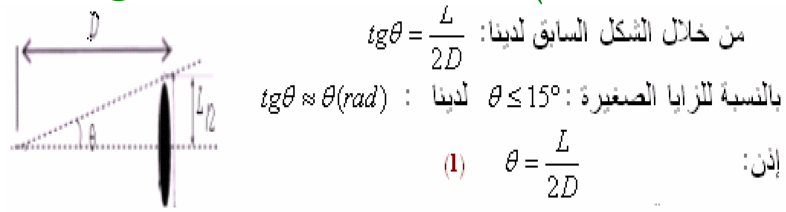
3) استثمار:

تبين التجربتان السابقتان *عدم صلاحية مبدأالإنتشار المستقيمي للضوء(في حالة الحيود).



*وتبرز ظاهرة الحيود أن الضوء له طبيعة موجية وينتشر في جميع الأوساط المادية الشفافة وفي الفراغ كذلك.

4) دراسة حيود حزمة الآزر عبر شق:



من خلال الشكل السابق لدينا: $tg\theta = \frac{L}{2D}$

بالنسبة للزايا الصغيرة: $\theta \leq 15°$ لدينا : $tg\theta \approx \theta(rad)$

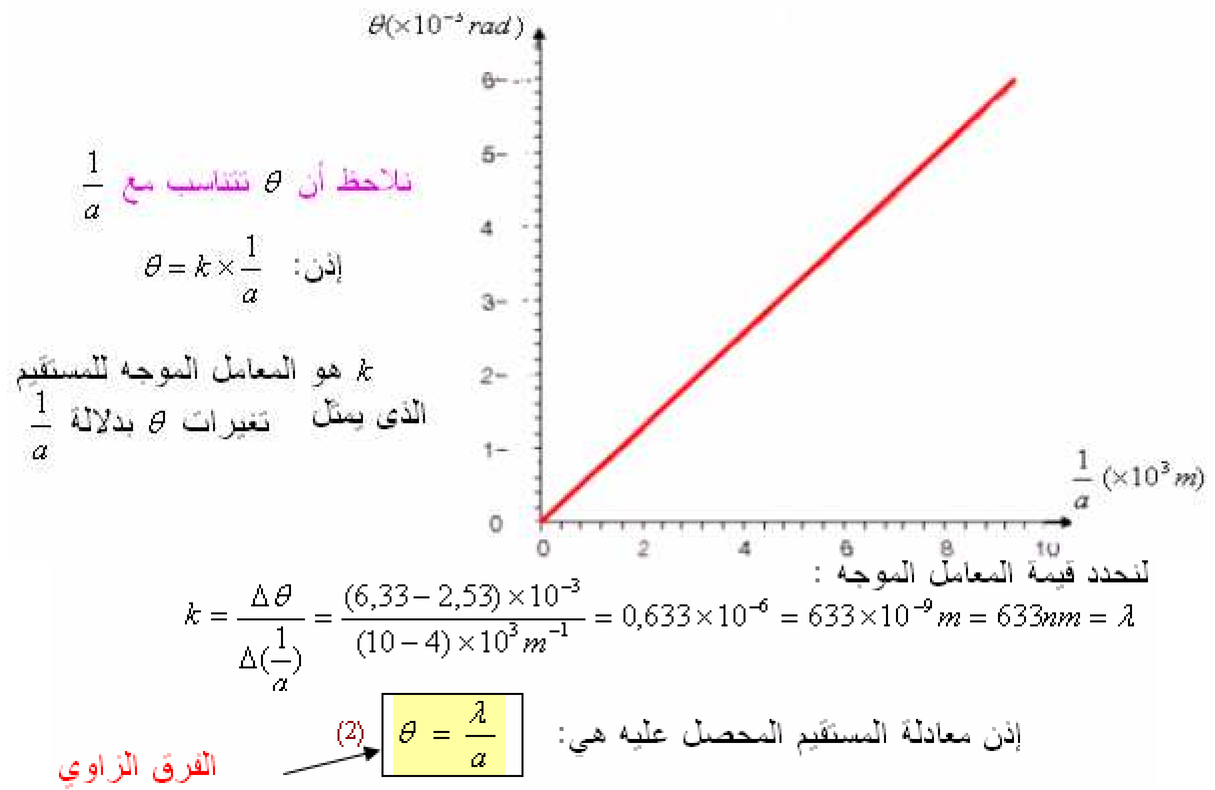
إذن: $\theta = \frac{L}{2D}$ (1)

نضع الشاشة في المسافة $D = 1{,}5m$ ونستعمل صفائح ذات شقق مختلفة العرض a ،ثم نقيس بالنسبة لكل صفيحة العرض L للبقعة المركزية المشاهدة على الشاشة.

جدول القياسات:

$a(\mu.m)$	100	120	200	250	300
$L(mm)$	19	15,8	9,5	7 ,6	6,3
$\theta(\times 10^{-3}\,rad)$	6,33	5,26	3,17	2,53	2,1
$\frac{1}{a}\,(\times 10^{3}\,m^{-1})$	10	8,33	5	4	3,33

لنمثل المنحنى : $\theta = f(\frac{1}{a})$ بحيث θ تمثل الفرق الزاوي بين وسط البقعة المركزية وأول بقعة مظلمة



لنحدد قيمة المعامل الموجه :

$$k = \frac{\Delta\theta}{\Delta(\frac{1}{a})} = \frac{(6{,}33 - 2{,}53)\times 10^{-3}}{(10-4)\times 10^{3}\,m^{-1}} = 0{,}633\times 10^{-6} = 633\times 10^{-9}\,m = 633nm = \lambda$$

إذن معادلة المستقيم المحصل عليه هي: $\theta = \frac{\lambda}{a}$ (2)

الفرق الزاوي

من خلال (1) و(2) لدينا : $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$ أي: عرض البقعة الضوئية:

$$L = \frac{\lambda \times 2D}{a}$$

ومنه يتضح أنه كلما ازداد عرض الشق a كلما تناقص عرض البقعة الضوئية وكلما كانت ظاهرة الحيود أقل وضوحا. ونشير إلى أننا قد نحصل على حيود الموجات الضوئية كذلك إذا كان عرض الشق أكبر من λ .

مثلا: $a = 2\lambda$ $\Leftarrow$ $L = D = 3m$ عرض البقعة الضوئية جد كبير

$a = 10\lambda$ $\Leftarrow$ $L = \frac{D}{5} = 0{,}3m = 30cm$ عرض البقعة الضوئية كبير

$a = 100\lambda \quad \Leftarrow \quad L = \frac{D}{50} = 0,03m = 3cm$ عرض البقعة الضوئية

$a = 1000\lambda \quad \Leftarrow \quad L = \frac{D}{500} = 3\times10^{-3}m = 3mm$ عرض البقعة الضوئية جد صغير

في التجربة السابقة مثلا : $a = 200\mu m = 316\lambda \quad \Leftarrow \quad L = \frac{D}{158} = 9,5\times10^{-3}m = 9,5mm$

ملحوظة:يعبر عن الفرق الزاوي في حالة ثقب دائري بالعلاقة: $\theta = 1,22\frac{\lambda}{a}$

II خصائص الموجات الضوئية :

1)الضوء موجة كهرمغناطيسية:

الضوء موجة مستعرضة ،لأن التشوه الذي ينشأهو عبارة عن مجال كهربائي مرفق بمجال مغناطيسي،أي أن الضوء موجة كهرمغناطيسية يمكنه الإنتشار في الأوساط المادية الشفافة وفي الفراغ.

2) الضوء الأحادي اللون و الضوء الأبيض:

*الضوء الأحادي اللون :

يتميز كل إشعاع ضوئي أحادي اللون بتردده ν الذي لا يتعلق بوسط الإنتشار ، و لا يتغير عند انتقاله من وسط شفاف إلى آخر.

طول موجة الضوء الأحادي اللون في وسط معين. $\lambda = v.T = \frac{v}{\nu}$ ← سرعة انتشار الضوء في الوسط ← تردد الضوء الأحادي اللون

بينما طول موجة الضوء الأحادي اللون يتعلق بوسط الإنتشار.(مثل الموجات الميكانيكية المتوالية عبر حبل متوتر،عندما نغير وسط الإنتشار بتغيير كتلة الحبل أو طوله أوتوتره تتغير سرعة الإنتشاروبالتالي يتغير طول الموجة بينما التردد الذي يفرضه المنبع الذي هو الشفرة المهتزه فهو لايتعلق بوسط الإنتشار).

*الضوء الأبيض:أوالضوء المرئي هو مزيج من إشعاعات أحادية اللون ،ومجال الضوء المرئي هو :

$\underbrace{400nm \le \lambda \le 800nm}_{\text{مرئي}}$

$\lambda > 800nm$ مجال الأشعة تحت الحمراء

$\lambda < 400nm$ مجال الأشعة الفوق بنفسجية

3)سرعة انتشار الضوءفي الفراغ:

سرعة انتشار الضوء في الفراغ هي : $c = 3\times10^{8}m/s$

4) سرعة انتشار الضوء في وسط شفاف –معامل الإنكسار:

تختلف سرعة انتشار الضوء من وسط لآخر.

فمثلا سرعة انتشار الضوء في الهواءأو الفراغ: $v = 3\times10^{8}m/s$

سرعة انتشار الضوء في الزجاج : $v = 2\times10^{8}m/s$

سرعة انتشار الضوء في الماء : $v = 2,25\times10^{8}m/s$

معامل الإنكسار لوسط شفاف : $n_{\text{وسط}} = \frac{\text{سرعة انتشار الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة انتشار الضوء في الوسط}} = \frac{c_{\text{فراغ}}}{v_{\text{الوسط}}}$

أمثلة: معامل انكسار الهواء $n_{\text{هواء}} = \frac{c_{\text{فراغ}}}{v_{\text{هواء}}} = \frac{3\times10^{8}}{3\times10^{8}} = 1$

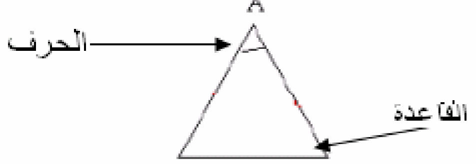
معامل انكسار الزجاج $n_{\text{زجاج}} = \frac{c_{\text{فراغ}}}{v_{\text{زجاج}}} = \frac{3\times10^{8}}{2\times10^{8}} = 1,5$

ملحوظة:يتضح من خلال العلاقة السابقة أن سرعة انتشار الضوء الأحادي اللون في وسط معين تتعلق بمعامل انكسار هذا الوسط .

III) تبدد الموجات الضوئية:

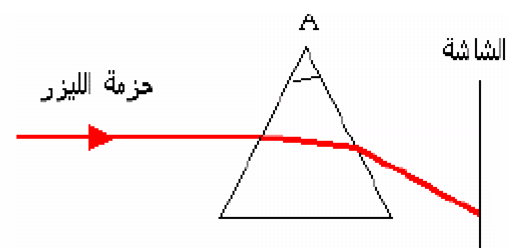
1) تعريف الموشور:

الموشور وسط شفاف محدود بوجهين مستويين يتقاطعان حسب مستقيم يسمى حرف الموشور.
الوجه المقابل للحرف يسمى بقاعدة الموشور.

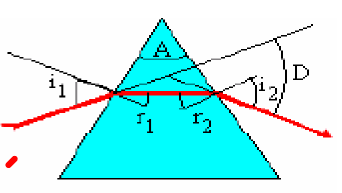


2)مسار حزمة ضوئية احادية اللون عبر موشور

نرسل حزمة ضوئية أحادية اللون على وجه موشور،نلاحظ أن الحزمة تخضع لإنكسار على الوجه الأول ثم على الوجه الثاني وتنحرف نحو قاعدة الموشور.



i_1: زاوية الورود على الوجه الأول.
r_1: زاوية الإنكسار على الوجه الأول.
r_2: زاوية الورود على الوجه الثاني.
i_2: زاوية الإنكسار على الوجه الثاني.
D : زاوية انحراف الحزمة الضوئية الأحادية اللون عبر الموشور.
A : زاوية الموشور.
n : معامل انكسار الموشور.



زاوية الموشور: $A = r_1 + r_2$

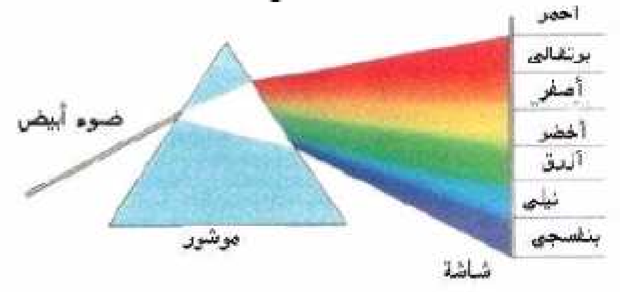
تطبيق قانون ديكارت لإنكسار الضوءعلى الوجه الأول للموشور: $\sin i_1 = n \sin r_1$

تطبيق قانون ديكارت لإنكسار الضوء على الوجه الثاني للموشور: $n \sin r_2 = \sin i_2$

زاوية الإنحراف الكلي للشعاع الوارد بعد اجتيازه للموشور: $D = i_1 + i_2 - A$

3) تبدد الضوء بواسط موشور:

يتبدد الضوء الأبيض بعد اجتيازه لموشور ونحصل على طيف الضوء الأبيض المكون من الألوان التالية:



⊗ الضوء الأبيض مركب من عدة أضواء احادية اللون وطيف الضوء الأبيض متصل.
⊗ يعزى انحراف الحزمة الضوئية بواسطة موشور إلى كون معامل انكسار الموشور يتعلق بتردد الموجة الضوئية.
⊗ وبما أن سرعة انتشار الضوء الأحادي اللون في وسط معين تتعلق بمعامل انكسار هذا الوسط فإنها تتعلق بتردد الموجة الضوئة.
⊗ نقول أن الموشور وسط مبدد.

Abdelkrim SBIRO
(Pour toutes observations contactez mon émail)
sbiabdou@yahoo.fr